



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 42 06 602 C 1**

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>:

**B 01 D 53/34**

B 01 D 53/12

B 01 D 53/36

B 07 B 7/02

**DE 42 06 602 C 1**

⑯ Aktenzeichen: P 42 06 602.6-43  
 ⑯ Anmeldetag: 3. 3. 92  
 ⑯ Offenlegungstag: —  
 ⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 24. 6. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Metallgesellschaft AG, 6000 Frankfurt, DE

⑯ Erfinder:

Thöne, Bernd, 6360 Friedberg, DE; Schmidt, Gerhard, 6367 Karben, DE; Herrmann, Erhard, Dr., 5090 Leverkusen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS	10 16 938
DE	35 44 764 A1
= EP	02 28 111 A1
DE	37 01 527
US	44 09 101

⑯ Verfahren zum Entfernen von Schadstoffen aus Verbrennungsabgasen und Wirbelschichtreaktor hierzu

⑯ Das Abgas wird mit mindestens einem Absorptionsmittel versetzt und bei Temperaturen im Bereich von etwa 40 bis 500°C durch einen Wirbelschichtreaktor und eine Entstauungseinrichtung geleitet. Ein Teil der in der Entstaubungseinrichtung abgeschiedenen Feststoffe wird in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführt. Mindestens ein Teil der zurückgeführten Feststoffe wird mit einem Fördergas durch ein Rohr aufwärts in den unteren Bereich des Reaktors eingeblasen. Das Verbrennungsabgas wird mindestens teilweise aus einem das Rohr umgebenden Raum im aufwärts gerichteten Strom in den Reaktor eingeleitet. Als Fördergas kann man z. B. Luft oder auch Verbrennungsabgas verwenden.

**DE 42 06 602 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entfernen von Schadstoffen und Staub aus einem Verbrennungsabgas, bei dem das Abgas mit mindestens einem Absorptionsmittel versetzt und bei Temperaturen im Bereich von etwa 40 bis 500°C durch einen Wirbelschichtreaktor und eine Entstaubungseinrichtung geleitet wird und wobei man einen Teil der in der Entstaubungseinrichtung abgeschiedenen Feststoffe in den Wirbelschichtreaktor zurückführt. Zur Erfindung gehört auch ein Wirbelschichtreaktor zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist im Europa-Patent 02 28 111 und in der dazu korrespondierenden DE-OS 35 44 764 sowie auch in der DE-A-37 01 527 beschrieben. Beim Verfahren des Europa-Patents vermischt man das Abgas mit calciumhaltigem Absorptionsmittel, um Schwefeloxide zu binden. Der DE-A-37 01 527 zufolge verteilt man NH<sub>3</sub> und einen Entstickungskatalysator, der u. a. FeSO<sub>4</sub> auf einem Träger enthält, in das Abgas, um NO<sub>x</sub> zu reduzieren. Wirbelschichtöfen für metallurgische Zwecke mit zentraler Luftzufuhr im unteren Bereich sind im DE-Patent 10 16 938 und im US-Patent 44 09 101 beschrieben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannte Arbeitsweise zu verbessern und dabei vor allem für eine gute Verteilung der in den Wirbelschichtreaktor zurückgeführten Feststoffe zu sorgen. Beim eingangs genannten Verfahren geschieht dies erfindungsgemäß dadurch, daß man mindestens einen Teil der in den Wirbelschichtreaktor zurückzuführenden Feststoffe mit einem Fördergas durch ein Rohr aufwärts in den unteren Bereich des Reaktors einbläst und mindestens einen Teil des Verbrennungsabgases aus einem das Rohr umgebenden Raum im aufwärts gerichteten Strom in den Reaktor einleitet. Hierbei sorgt das Fördergas dafür, daß die Feststoffe im gewünschten Bereich in die Wirbelschicht eintreten und vom Verbrennungsgas erfaßt und möglichst gleichmäßig verteilt werden. Die chemischen Reaktionen zum Reduzieren der Stickstoffoxide laufen dadurch beschleunigt ab. Vorzugsweise ist das Rohr zentral im unteren Bereich des Reaktors angeordnet.

Als Fördergas kommen verschiedene Gase, z. B. Inertgas oder Luft, in Frage. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, als Fördergas Verbrennungsabgas zu verwenden, wobei es sich um un behandeltes oder auch um bereits entstaubtes Abgas handeln kann.

Als Absorptionsmittel können dem Wirbelschichtreaktor Entschwefelungsmittel und/oder Entstickungsmittel zugeführt werden. Entschwefelungsmittel sind z. B. NaOH oder calciumhaltige feinkörnige Substanzen wie etwa Ca(OH)<sub>2</sub> oder CaO. Zum Entsticken kann man z. B. NH<sub>3</sub> mit einem körnigen Katalysator wie etwa Eisensulfat verwenden.

Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein vollständiges Verfahrensschema mit schematisch dargestelltem Wirbelschichtreaktor und

Fig. 2 eine weitere Möglichkeit der Ausgestaltung des unteren Bereichs des Wirbelschichtreaktors.

Das Verbrennungsabgas, das z. B. aus einer mit Kohle, Gas oder Heizöl gefeuerten Verbrennungsanlage stammt, wird gemäß Fig. 1 in der Leitung (1) herangeführt. Das Abgas, das bereits teilweise gekühlt sein kann, weist Temperaturen im Bereich von 40 bis 600°C und

vorzugsweise von höchstens 500°C auf. Das Abgas wird in einen Hauptstrom und einen Reststrom aufgeteilt, wobei der Hauptstrom durch eine Leitung (2) mit einem Regelorgan (3) einem Wirbelschichtreaktor (5) zugeführt wird. Die Aufteilung auf einen Hauptstrom (Leitung (2)) und einen Reststrom (Leitung (8)) erfolgt zu meist im Verhältnis von 10:1 bis 100:1.

Wenn man NO<sub>x</sub> entfernen will, gibt man dem Gas der Leitung (2) durch die Leitung (6) einen Entstickungskatalysator und durch die Leitung (7) in dosierter Menge NH<sub>3</sub> zum Reduzieren der Stickstoffoxide zu. Pro Mol NO<sub>x</sub> im Abgas werden üblicherweise etwa 0,8 bis 1,5 Mol NH<sub>3</sub> zugemischt. Als Entstickungskatalysator, der bevorzugt in Pulverform dem Abgas zugegeben wird, verwendet man in bekannter Weise z. B. Eisensulfat.

Der in der Leitung (8) abgezweigte Teil des Verbrennungsabgases wird, falls nötig, zur groben Entstaubung zunächst durch einen Abscheider (9) geführt, bei dem es sich z. B. um einen Zyklon oder ein Gewebefilter handeln kann. Anschließend gelangt das Gas durch die Leitung (10) und die geöffnete Klappe (11) bei geschlossenem Absperrorgan (12) zu einem Gebläse (13), welches das Gas durch die Leitung (14) in ein Rohr (15) drückt. Der Abscheider (9) dient dem Schutz des Gebläses (13) vor zu starker Beanspruchung durch grobe Staubteilchen.

Dem Abgas der Leitung (14) gibt man durch die Leitung (16) feinkörnige Feststoffe zu, die durch das als Fördergas dienende Abgas in den Reaktor (5) eingeblasen werden. Den Feststoffen der Leitung (16) führt man durch die Leitung (27) feinkörniges Entschwefelungsmittel, z. B. Ca(OH)<sub>2</sub> oder CaO, zu, wenn man aus dem Abgas Schwefeloxide entfernen will. Das senkrechte Rohr (15) befindet sich zentral im unteren Bereich des Wirbelschichtreaktors (5). Es ist von einer Einlaßkammer (18) umgeben, in welche das durch die Leitung (2) herangeführte Abgas eintritt. In der Nähe der Mündung (15a) des Rohrs (15) ist der das Rohr umgebende Ringraum (19) verengt, darüber beginnt der erweiterte Bereich des Wirbelschichtreaktors (5). Wenn man bei Temperaturen von unter 100°C entschwefeln will, empfiehlt es sich, Wasser durch die Leitung (4) in den Reaktor (5) einzudüsen.

Abgas, NH<sub>3</sub> und Entstickungskatalysator sowie aus dem Rohr (15) kommendes Fördergas und mitgeführte Feststoffe, die Entschwefelungsmittel enthalten, vermischen sich im Wirbelbereich (5a) des Reaktors (5). Dabei reagieren die Stickstoffoxide mit NH<sub>3</sub> zu N<sub>2</sub> und Wasser und das Entschwefelungsmittel bindet SO<sub>2</sub> und SO<sub>3</sub>. Im Wirbelbereich (5a) herrschen Gasgeschwindigkeiten und Feststoffkonzentrationen, wie man sie von der zirkulierenden Wirbelschicht kennt. Die Temperaturen liegen hier im Bereich von 40 bis 500°C.

Als Fördergas kann man auch ein anderes Gas, z. B. entstaubtes Abgas oder Luft, verwenden. Man leitet dieses Gas durch die Leitung (17) und das geöffnete Absperrorgan (12) zum Gebläse (13), wobei die Klappe (11) geschlossen ist. Das Abgas der Leitung (1) wird in diesem Fall vollständig durch die Leitung (2) in den Reaktor (5) geführt.

Das Feststoffe enthaltende Abgas verläßt den Reaktor (5) durch den Kanal (20) und gelangt zu einer Entstaubungseinrichtung (21), z. B. einem Elektrofilter. Möglich ist es auch, als Entstaubungseinrichtung z. B. ein Schlauchfilter zu verwenden. Behandeltes Abgas wird von einem Gebläse (22) aus der Entstaubungseinrichtung (21) angesaugt und durch den Kamin (23) abgeleitet.

Die in der Entstaubungseinrichtung (21) anfallenden Feststoffe gelangen zunächst zu einer Sammelleitung (25) und werden teilweise durch die Leitung (16) zurück zum Reaktor (5) geführt. Ein Teil der Feststoffe wird durch die Leitung (26) aus dem Prozeß entfernt.

Wenn man nicht die gesamten in den Reaktor (5) zurückzuführenden Feststoffe durch das Rohr (15) einblasen will, kann man einen Teil der Feststoffe z. B. auch durch die gestrichelt eingezeichnete Leitung (16a) einbringen. Die günstige Verteilung der Feststoffe wird hierdurch nicht oder kaum verändert.

Bei der Variante der Fig. 2 weist der untere Bereich des Wirbelschichtreaktors (5) einen Verdrängerkörper (30) auf, der das Rohr (15) umgibt. Dadurch wird ein größerer Abstand zwischen dem Ringraum (19) und dem Rohr (15) hergestellt. Dies kann vorteilhaft sein, um die Innenwand des Reaktors (5) intensiver mit aufwärts strömendem Verbrennungsabgas zu bestreichen. Die übrigen Bezugsziffern haben die bereits zusammen mit Fig. 1 erläuterte Bedeutung.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 liegen die Gasgeschwindigkeiten im Ringraum (19) zumeist im Bereich von 30 bis 90 m/sec und im Rohr (15) im Bereich von 2 bis 30 m/sec.

### Beispiele

In den Beispielen 1 und 2 geht es um die Reinigung eines Rauchgases aus einem Kraftwerk, das in einer Menge von 760000 Nm<sup>3</sup>/h in der Leitung (1) herangeführt wird. Das Rauchgas wird in einer der Zeichnung entsprechenden Anlage behandelt. Pro Nm<sup>3</sup> enthält das Rauchgas 0,6 g Feststoffe, insbesondere Flugasche. Die Entstaubungseinrichtung (21) ist ein Elektrofilter mit 5 Feldern, es erreicht einen Entstaubungsgrad von 99,992%. Pro Stunde werden durch die Leitung (16) 700000 kg Feststoffe zurückgeführt, etwa 1,6% der im Elektrofilter abgeschiedenen Feststoffe entfernt man durch die Leitung (26).

### Beispiel 1

Man arbeitet in einer Anlage gemäß Fig. 1 ohne die Leitungen (6), (7), (16a) und (17). 98% des Rauchgases strömen durch die Leitung (2), die restlichen 2% dienen als Fördergas, das in einem Gewebefilter (9) entstaubt wird und durch die Leitung (14) und das Rohr (15) in den Reaktor (5) gelangt. Das Rauchgas enthält pro Nm<sup>3</sup> 2000 mg SO<sub>2</sub> pro Nm<sup>3</sup> Rauchgas düst man durch die Leitung (4) 46 g Wasser ein und gibt durch die Leitung (27) pro Stunde 7,8 t Ca(OH)<sub>2</sub> zu. Die Temperaturen liegen im Reaktor im Bereich von etwa 60 bis 70°C. Das in der Leitung (23) abgeführt gereinigte Rauchgas enthält pro Nm<sup>3</sup> noch 50 mg Staub und 180 mg SO<sub>2</sub>.

### Beispiel 2

Das Rauchgas, das pro Nm<sup>3</sup> 1000 mg NO<sub>x</sub>, 1800 mg SO<sub>2</sub> und 3 g Staub enthält, wird entschwefelt, entstickt und entstaubt. Das ganze Rauchgas wird mit einer Temperatur von 420°C durch die Leitung (2) in den Reaktor (5) geleitet, als Fördergas führt man Luft in einer Menge von 14000 Nm<sup>3</sup>/h durch die Leitungen (17) und (14) zu. Der untere Bereich des Reaktors ist mit einem Verdrängerkörper (30), vgl. Fig. 2, ausgestattet. Pro Nm<sup>3</sup> Rauchgas gibt man 0,3 g Eisensulfat, 0,31 mg NH<sub>3</sub> und 3,4 g Ca(OH)<sub>2</sub> zu. Das gereinigte Rauchgas in der Leitung (23) enthält pro Nm<sup>3</sup> noch 100 mg NO<sub>x</sub>, 120 mg SO<sub>2</sub> und

30 mg Staub.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von Schadstoffen und Staub aus einem Verbrennungsabgas, bei dem das Abgas mit mindestens einem Absorptionsmittel versetzt und bei Temperaturen im Bereich von etwa 40 bis 500°C durch einen Wirbelschichtreaktor und eine Entstaubungseinrichtung geleitet wird und wobei man einen Teil der in der Entstaubungseinrichtung abgeschiedenen Feststoffe in den Wirbelschichtreaktor zurückführt, dadurch gekennzeichnet, daß man mindestens einen Teil der in den Wirbelschichtreaktor zurückzuführenden Feststoffe mit einem Fördergas durch ein Rohr aufwärts in den unteren Bereich des Reaktors einbläst und mindestens einen Teil des Verbrennungsabgases aus einem das Rohr umgebenden Raum im aufwärts gerichteten Strom in den Reaktor einleitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man als Fördergas Verbrennungsabgas verwendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man Luft als Fördergas verwendet.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man Entschwefelungsmittel in den Wirbelschichtreaktor einleitet.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man NH<sub>3</sub> und einen Entstickungskatalysator in den Wirbelschichtreaktor einleitet.
6. Wirbelschichtreaktor zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktor im unteren Bereich ein aufwärts gerichtetes Rohr mit einer Zuleitung für Feststoffe und Fördergas und einen das Rohr umgebenden, zum Wirbelschichtbereich hin offenen Ringraum mit einer Zuleitung für Verbrennungsabgas aufweist.
7. Wirbelschichtreaktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Rohr und dem Ringraum ein Verdrängerkörper angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

